



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 87358

(13) C2

(51) МПК (2009)

B32B 17/12

B32B 27/26

F16C 33/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) САМОЗМАЩУВАЛЬНИЙ КОМПОЗИТ

1

(21) а200710054

(22) 10.09.2007

(24) 10.07.2009

(46) 10.07.2009, Бюл.№ 13, 2009 р.

(72) ЛИННИК ОЛЕКСАНДР ВАСИЛЬОВИЧ, ВАП-  
НИК БОРИС КИРИЛОВИЧ, КАТАСОНОВ ОЛЕК-  
САНДР ЮХИМОВИЧ, САВЧЕНКО ІГОР АНДРІЙО-  
ВИЧ(73) ВІДКРИТЕ АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО  
"ТУРБОАТОМ"

(56) UA 77705, 15.01.2007

UA 73664, 15.08.2005

RU 2106371, 10.03.1998

EP 0163937, 11.12.1985

EP 1179687, 13.02.2002

WO 95/28267, 26.10.1995

US 3932008, 13.01.1976

(57) Самозмащувальний композит, що містить тек-  
стильний армуючий каркас із синтетичними та

2

лавсановими нитками, котрий просочений зв'язую-  
чим, що містить металевий елемент у вигляді дрі-  
бнодисперсної бронзи та лускоподібний графіт,  
який **відрізняється** тим, що лицьовий і виворотний  
шари каркаса виконані з лавсанової тканини, по-  
передньо насиченої зв'язуючим на основі синтети-  
чного термотвердіючого клею УВС-10ТС, в який  
додатково введені дрібнодисперсна бронза і лус-  
коподібний графіт по 10-15% кожного додатка від  
об'єму клею, при наступному співвідношенні ком-  
понентів, об. %:

лавсанова тканина	65
зв'язуюче на основі синтетичного тер- мотвердіючого клею УВС-10ТС	35
у тому числі:	
дрібнодисперсна бронза	10-15
лускоподібний графіт	10-15.

Передбачуваний винахід відноситься до ша-  
руватих самозмащувальних антифрикційних ком-  
позиційних матеріалів і може бути використаний у  
вузлах тертя, наприклад, у високонавантажених і  
високошвидкісних напрямних підшипниках валів  
гідротурбін, насосів та інших гідроагрегатів і меха-  
нічних системах.

Однією з основних проблем гідромашинобуду-  
вання вважається проблема створення екологічно  
чистих і більш надійних напрямних підшипників  
валів гідромашин, здатних протистояти небезпеч-  
ним вібраціям і підвищеним температурам ротора  
в режимі гідродинамічного тертя. У режимі щоден-  
них пусків і зупинок гідроагрегатів у напрямному  
підшипнику, особливо в оборотних гідромашинах,  
виникають частково напівсухе і сухе тертя, сильна  
вібрація і підвищена температура. При тривалій  
експлуатації гідроагрегатів у вказаних умовах у  
парі тертя настає комплексне зносоутворення і теп-  
лове ушкодження вала і підшипника. Підшипники,  
що застосовуються, із бронзовим, бабітовим і гу-  
мовим облицюванням не забезпечують багато що

з зазначених вимог. Для підшипників, що працю-  
ють у зазначених умовах, розробляються різні  
матеріали, у т.ч. композиційні, що дозволяють за-  
безпечити екологічну чистоту, вібропоглинання,  
тривалість експлуатації і надійність при високих  
навантаженнях і швидкостях.

Відомий самозмащувальний композит [1] міс-  
тить текстильний армуючий каркас із синтетични-  
ми і вуглецевими нитками та металевими елемен-  
тами просочений зв'язуючим на основі  
епоксидіанових олігомерів. При цьому як лицьовий  
шар каркаса використовують капронову тканину,  
попередньо просочену фторопластовою суспензі-  
єю, а як внутрішній шар із вуглецевої тканини.  
Зв'язуюче на основі епоксидіанових олігомерів  
містить в собі дрібнодисперсну бронзу і лускоподі-  
бний графіт.

Недоліками відомого композита є:

- недостатня термостійкість, тому що мала  
термостійкість лицьового шару з капронової тка-  
нини, а також зв'язуючого на основі епоксидіано-  
вих олігомерів;

(13) C2

(11) 87358

(19) UA

- недостатньо високі антифрикційні властивості робочої поверхні підшипника, виконаної з капронової тканини, попередньо просоченої фторопластовою суспензією;

- відносна складність структури композиційного матеріалу і технології виготовлення підшипників.

Найбільш близьким з виявлених аналогів до передбачуваного винаходу є самозмащувальний композит [2], що містить текстильний армуючий каркас із синтетичними і вуглецевими нитками і металевими елементами. При цьому, лицьовий шар виконаний з лавсанової тканини, попередньо насиченої фторопластовою суспензією, виворотний шар з вуглецевої тканини, обидва шари просочені зв'язуючим на основі епоксидіанових олігомерів, а в суспензію і зв'язуюче додатково введені дрібнодисперсна бронза, алюмінієва пудра і лускоподібний графіт при певному співвідношенні компонентів. Недоліками відомого підшипника є:

- недостатня термостійкість, тому що мала термостійкість зв'язуючого на основі епоксидіанових олігомерів;

- недостатньо високі антифрикційні властивості композиту;

- відносна складність структури, обумовленої багатокомпонентним складом композита і, відповідно, ускладнення технології виготовлення підшипників.

Метою винаходу, що заявляється, є створення такого самозмащувального антифрикційного композиційного матеріалу, виконання якого дозволило б спростити його структуру і технологію виготовлення підшипників, підвищити термостійкість і покращити антифрикційні властивості і при цьому зберегти високу зносостійкість і довговічність експлуатації без масляного мастила в умовах високих навантажень і швидкостей, надійність і екологічну чистоту самозмащувальних напрямних підшипників гідравлічних машин.

Самозмащувальний композит (антифрикційна шарувата полімерметалева композиція СПК-БГЛ), що заявляється, характеризується тим, що містить текстильний армуючий каркас із синтетичними нитками і просочений зв'язуючим

з металевим елементом. При цьому, відмітними ознаками передбачуваного винаходу в порівнянні з прототипом є:

- виконання лицьового і виворотного шарів композита з лавсанової тканини;

- попереднє просочення шарів лавсанової тканини зв'язуючим (сполучним) на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС, в який введено дрібнодисперсну бронзу і лускоподібний графіт;

- виконання композита з наступним співвідношенням компонентів, у об. %:

лавсанова тканина	65,
синтетичний термотвердіючий клей УВС-10ТС	35,
в тому числі:	
дрібнодисперсна бронза	10-15,
лускоподібний графіт	10-15.

Виконання композита по обмежувальних ознаках дозволяє використовувати останній як підшипниковий матеріал.

Виконання каркаса композита у вигляді лицьового і зворотного шарів з лавсанової тканини просоченої зв'язуючим на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС з додатками дозволяє суттєво спростити структуру композита і підвищити його термостійкість по відношенню до прототипу внаслідок того, що термостійкість лавсану і, особливо, синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС значно перевищує термостійкість капрону і зв'язуючого з епоксидіанових олігомерів, які входять до складу композита прототипу.

Попереднє насичення лавсанової тканини зв'язуючим на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС з додатками дозволяє підвищити не тільки термостійкість, а і міцність композиції. При цьому просочена лавсанова тканина не поглинає воду і не набухає, структура композита стає більш однорідною, додає робочому шару відмінні антифрикційні властивості, а також дозволяє з'єднувати шари тканини в дуже міцний композит, що має амортизаційні якості і добре працює при високих гідродинамічних навантаженнях, швидкостях і підвищених температурах.

Виконання співвідношення лавсанової тканини і зв'язуючого на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС дозволяє одержати структуру композита з оптимальними властивостями. Відносне зменшення об'єму лавсанової тканини приводить до погіршення фізико-механічних і триботехнічних властивостей композита, що знижує зносостійкість і довговічність підшипника. При цьому відповідно зростає об'єм зв'язуючого, що приводить до збільшення хрупкості і зменшення міцності композита. Відносне збільшення об'єму лавсанової тканини приводить до зниження міжшарової міцності композита.

Введення у зв'язуюче на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС дрібнодисперсної бронзи і лускоподібного графіту в кількості 10-15% кожного від об'єму клею дозволяє забезпечити щільну структуру композита, збільшити жорсткість, теплопровідність і твердість, зменшити деформацію композита і поліпшити теплові дві д зони тертя. Введення дрібнодисперсної бронзи і лускоподібного графіту менше 10% кожного від об'єму клею підвищує деформацію композита і зменшує тепловідвід, а більше 15% кожного - зменшує здатність сполучення до просочення лавсанової тканини і зменшує міцність композита (оптимальне співвідношення дрібнодисперсної бронзи і лускоподібного графіту до об'єму синтетичного клею в композиті складає 12% кожного компонента).

Виконання композита при співвідношенні компонентів, що заявляється, об. %:

Лавсанова тканина	65
Зв'язуюче на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС	35
у тому числі:	
дрібнодисперсна бронза	10-15
лускоподібний графіт	10-15

дозволяє одержати композит з високими триботехнічними і фізико-механічними властивостями.

Сукупність суттєвих ознак дозволяє одержати такий матеріал, котрий дозволяє зменшити коефіцієнт тертя, підвищити зносостійкість, термостійкість і довговічність підшипника з заданими фізико-механічними і триботехнічними властивостями, з високими амортизаційними якостями, з можливістю працювати при високих гідродинамічних навантаженнях і швидкостях обертання, спростити його структуру і технологію виготовлення підшипників.

На Фіг.1 - структура двошарового самозмашувального композита.

На Фіг.2 - конструкція вкладиша підшипника.

На Фіг.3 - конструкція підшипника.

В таблиці 1 - приклади конкретного складу композита.

В таблиці 2 - порівняльні характеристики конкретних складів композита і прототипу.

Структура двошарового самозмашувального композита 1 (див. Фіг.1), нанесеного на металеву основу 2, складається із лицьового 3 і зворотного 4 шарів лавсанової тканини. Тканину застосовують з полотняним чи саржевим переплетенням ниток щільністю 8-12 некручених ниток на 1см довжини, при цьому тканина попередньо просочена зв'язуючим 5 на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС, в який введені дрібнодисперсна бронза 6 і лускоподібний графіт 7. Композит може бути складений із декількох шарів лавсанової тканини в залежності від заданої товщини матеріалу. У залежності від умов роботи і вимог до матеріалу, самозмашувальний композит може бути виконаний за конкретним рецептом і складом (див. таблицю 1), а підшипник - складовим - з вкладишами (див. Фіг.2) або суцільним (див. Фіг.3).

Конструкція вкладиша підшипника (див. Фіг.2) складається з металевого сектора (2), на внутрішню поверхню якого нанесено самозмашувальний композит (1). Нанесення, наприклад, двошарового композиту можливо виконати в такий спосіб - на внутрішню поверхню металевого сектора наносять один за одним два шари лавсанової тканини, попередньо просоченої синтетичним термотвердіючим клеєм УВС-10ТС з дрібнодисперсною бронзою і лускоподібним графітом і методом пря-

мого контактного формування по спеціальній безвідхідній технології формується робоча поверхня вкладиша підшипника. Спосіб виготовлення суцільного підшипника (див. Фіг.3) полягає у тому, що на металеву шаблон-цапфу намотується кілька шарів лавсанової тканини, просоченої клеєм з додатками, і за допомогою розрізного циліндричного пуансона формується зовнішня поверхня втулки. Після контактного формування по спеціальній безвідхідній технології композиційний циліндр знімається з шаблон-цапфи і розрізається на втулки заданого розміру. Після чого втулка 1 за допомогою синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС вклеюється в металеву обойму 2. Приклади конкретного складу композита і порівняльні характеристики складів композита і прототипу приведені в таблицях 1 і 2.

Рекомендований самозмашувальний композит у порівнянні з матеріалом відомого самозмашувального композита (прототипу) (див. таблицю 2) при робочому питомому навантаженні, характерному для напрямних підшипників гідротурбін, має більш високе значення PV - фактора, що потрібно для високошвидкісних підшипників ковзання.

Коефіцієнти тертя запропонованого композиту мають суттєво нижчі значення по відношенню до прототипу у всіх досліджених умовах змащення (сухе тертя, у воді, у мастилі). Це обумовлено тим, що робоча поверхня композита так само, як і його внутрішні шари, формуються з антифрикційних і зносостійких компонентів, лавсанової тканини, насиченої зв'язуючим на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС, в яку введена дрібнодисперсна бронза і лускоподібний графіт. Все це забезпечує високі триботехнічні і міцнісні властивості не тільки поверхневого, а і внутрішнього шарів композита. При роботі допускається підвищення температури підшипника без втрати його властивостей до 200°C, що дозволяє його експлуатацію в режимі сухого тертя відносно довгий час.

Джерела інформації, прийняті до уваги при складанні заявки:

1. Самозмашувальний композит. Патент України №73664, F16C33/20, 2005.

2. Самозмашувальний композит. Патент України №77705, F16C33/00, 2007. - Прототип.

Таблиця 1

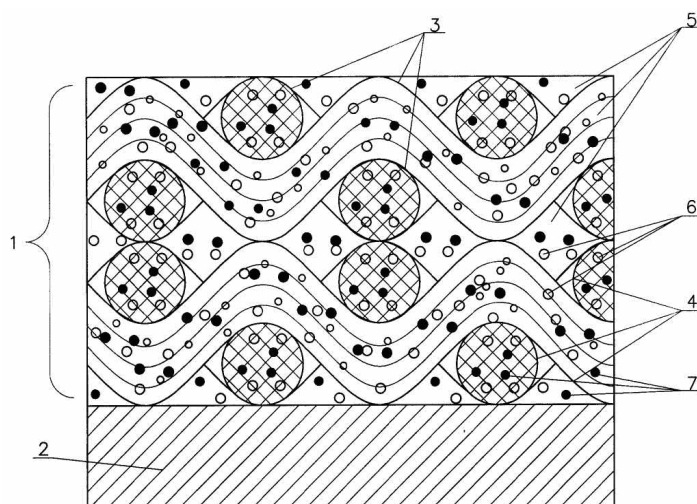
Самозмашувальний композит

№ п/п	Найменування компонентів	№ рецепта і склад композита по об'єму у %		
		I	II	III
1	Лавсанова тканина	65	65	65
2	Зв'язуюче на основі синтетичного термотвердіючого клею УВС-10ТС	35	35	35
	у тому числі:			
2.1.	Дрібнодисперсна бронза	15	12	10
2.2.	Лускоподібний графіт	10	12	15

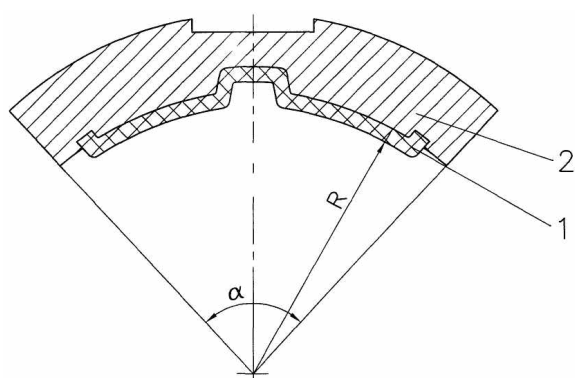
Таблиця 2

## Самозмашувальний композит

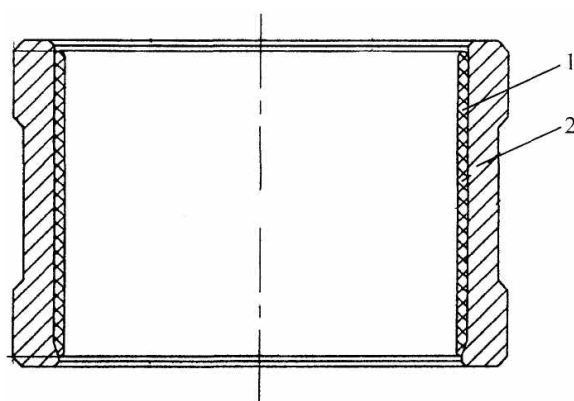
№ п/п	Найменування показників	№ рецепта (див. таблицю 1)			Відомий композит (прототип) (середні значення)	Примітка
		I	II	III		
1	Питоме навантаження, МПа, до	10	10	10	3...6	
2	Коефіцієнт тертя: - у воді - у мастилі - сухе тертя	0,0025 0,0015 0,005	0,002 0,001 0,004	0,0028 0,0015 0,006	0,029 0,014 -	
3	$\rho V$ - фактор, МПа м/с, до	18	20	17	1,25-5,3	
4	Інтенсивність зношування, мм/10000 годин	0,045	0,045	0,045	0,047	
5	Допущена температура нагріву підшипника, °С	200	200	200	60	



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3